

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-041269  
 (43)Date of publication of application : 12. 02. 1999

(51)Int. CI. H04L 12/44  
 H04B 10/24  
 H04H 1/02  
 H04N 7/173

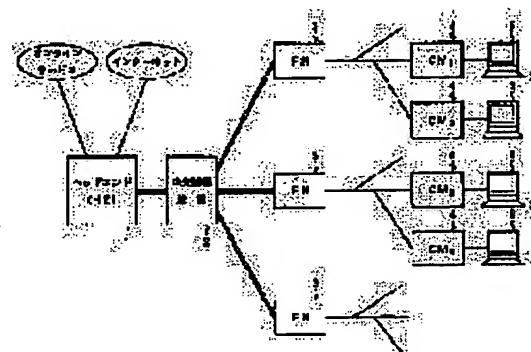
(21)Application number : 09-191438 (71)Applicant : TOSHIBA CORP  
 (22)Date of filing : 16. 07. 1997 (72)Inventor : KAMURA KOICHIRO  
 NOSE NATSUKI

## (54) BIDIRECTIONAL COMMUNICATION SYSTEM

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the transmission efficiency of data while sufficiently guaranteeing the quality of communication between each communication controller and a central control unit.

SOLUTION: Each time data to be transmitted are generated, each communication controller 4 transmits a request signal including the transmission capacitance of the relevant data at least to a central control unit 2. Based on the transmission capacitance included in the request signal transmitted from each communication controller 4, information on a guaranteed capacitance preset to the communication controller 4 transmitting the request signal and allocation history information allocated up to the moment, the central control unit 2 determines the allocation of a transmission period to the communication controller 4 transmitting the request signal and reports the determined allocation of the transmission period to the communication controller 4 of a request signal transmission source.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-41269

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 L 12/44

H 0 4 L 11/00

3 4 0

H 0 4 B 10/24

H 0 4 H 1/02

F

H 0 4 H 1/02

H 0 4 N 7/173

H 0 4 N 7/173

H 0 4 B 9/00

G

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号

特願平9-191438

(22) 出願日

平成9年(1997) 7月16日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 嘉村 幸一郎

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝

府中工場内

(72) 発明者 野瀬 夏樹

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝

府中工場内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

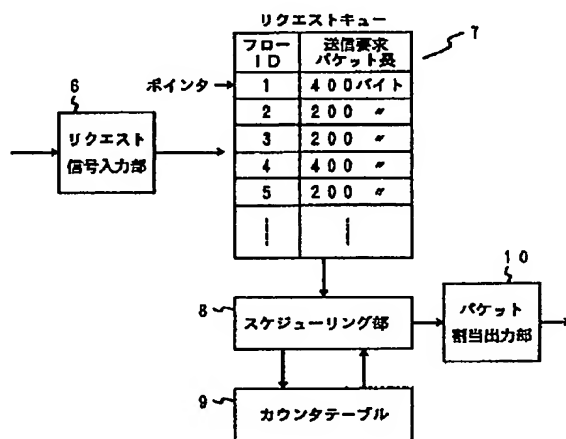
(54) 【発明の名称】

双方向通信システム

(57) 【要約】

【課題】 各通信制御装置4と中央制御装置2との相互間で通信品質を十分に保証した上でデータの伝送効率を高める。

【解決手段】 各通信制御装置4は、送信すべきデータが発生する毎に、少なくとも当該データの伝送容量を含むリクエスト信号を中央制御装置2に対して送信する。中央制御装置2は、各通信制御装置4から送信されたリクエスト信号に含まれる伝送容量と、当該リクエスト信号を送信した通信制御装置4に予め設定された保証容量に関する情報と、今まで割当てた割当履歴情報とに基づいて、リクエスト信号を送信した通信制御装置4に対する送信期間の割当を決定し、決定した送信期間の割当をリクエスト信号送信元の通信制御装置4へ通知する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 中央制御装置と、この中央制御装置に対して双方向伝送路を介して接続された複数の通信制御装置との間でデータの送受信を行う双方向通信システムにおいて、

前記各通信制御装置は、

送信すべきデータが発生する毎に、少なくとも当該データの伝送容量を含むリクエスト信号を前記中央制御装置に対して送信するリクエスト送信手段と、

このリクエスト信号に応答して前記中央制御装置から送信期間の割当が通知されると、この通知された送信期間に前記データを送信するデータ送信手段とを備え、

前記中央制御装置は、

前記各通信制御装置から送信されたリクエスト信号を受信するリクエスト受信手段と、

このリクエスト受信手段にて受信されたリクエスト信号に含まれる伝送容量と、当該リクエスト信号を送信した通信制御装置に予め設定された保証容量に関する情報と、今まで割当てた割当履歴情報とに基づいて、前記リクエスト信号を送信した通信制御装置に対する送信期間

の割当を決定するスケジューリング手段と、

このスケジューリング手段により決定された送信期間の割当を前記リクエスト信号送信元の通信制御装置へ通知する送信期間割当通知手段とを備えたことを特徴とする双方向通信システム。

【請求項 2】 前記スケジューリング手段は、1 回のスケジューリングで割当てる合計の送信期間が予め設定された許容期間を超えないように制御することを特徴とする請求項 1 記載の双方向通信システム。

【請求項 3】 前記スケジューリング手段は、

前記リクエスト信号の種別を示すフロー毎に現在割当て可能なデータ量を保持するカウンタを有し、

このカウンタの値を該当フローに対する最低送信レートに対応するデータ量で増加更新し、

更新後のカウンタの値が前記リクエスト信号の伝送容量より多いとき、当該リクエスト信号に対する送信期間の割当てを行い、かつカウンタの値を前記伝送容量で減少更新することを特徴とする請求項 2 記載の双方向通信システム。

【請求項 4】 前記スケジューリング手段は、

前記リクエスト信号の種別を示すフロー毎に現在割当て可能なデータ量を保持するカウンタを有し、

このカウンタの値を該当フローに対する最大送信レートに対応するデータ量で増加更新し、

更新後のカウンタの値が前記リクエスト信号の伝送容量より多いとき、当該リクエスト信号に対する送信期間の割当てを行い、かつカウンタの値を前記伝送容量で減少更新することを特徴とする請求項 2 記載の双方向通信システム。

【請求項 5】 前記スケジューリング手段は、

2

前記リクエスト信号の種別を示すフロー毎に現在割当て可能なデータ量を保持する第 1 のカウンタ及び第 2 のカウンタを有し、

前記第 1 のカウンタの値を各フローに対する最低送信レートに対応するデータ量で増加更新し、

前記第 2 のカウンタの値を各フローに対する最大送信レートに対応するデータ量で増加更新し、

更新後の第 1 のカウンタの値が前記リクエスト信号の伝送容量より多いとき、当該リクエスト信号に対する送信期間の割当てを行い、

更新後の第 2 のカウンタの値が前記リクエスト信号の伝送容量より多いとき、当該リクエスト信号に対する送信期間の割当てを行うことを特徴とする請求項 2 記載の双方向通信システム。

【請求項 6】 前記スケジューリング手段は、

前記リクエスト信号の種別を示すフロー毎に、リクエスト信号受信から送信期間の割当てまでの保証遅延時間に関する情報を記憶し、

前記リクエスト信号の種別を示すフロー毎に、リクエスト信号を受信してからの経過時間を計時するカウンタを設け、

この各カウンタの値が該当リクエスト信号の保証遅延時間に関する情報より大きいとき、当該リクエスト信号に対する送信期間の割当てを行うことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項記載の双方向通信システム。

【請求項 7】 前記スケジューリング手段は、

前記リクエスト受信手段にて受信された通信制御装置からのリクエスト信号に含まれる伝送容量と、自己が該当リクエスト信号の送信元の通信制御装置へ送信するデータの伝送容量と、今まで割当てた送信期間の割当履歴情報とに基づいて、当該リクエスト信号を送信した通信制御装置に対する送信期間の割当及び自己が該当通信制御装置へデータを送信するための送信期間の割当を決定することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項記載の双方向通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばCATV (Cable Television) 網を利用して、中央制御装置が接続されたヘッドエンド (HE) と、それぞれ情報端末が接続された通信制御装置 (CM) との間で、音声やデータの双方向通信を行なう双方向通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、家庭のユーザに対して高速な通信サービスを実現するシステムとして、CATV 網を利用した双方向通信システムが注目されている。この種のシステムは、加入者のパーソナル・コンピュータを通信制御装置に接続し、CATV の空き帯域を使って双方向データ伝送を行なうもので、ヘッドエンドを介してインターネットや各種オンラインサービスに対してアクセスする

50

ことが可能である。

【0003】CATV網を利用した双方向通信システムにおいては、例えばヘッドエンドに対し光ケーブルを介して分散ハブが接続されている。そして、この分散ハブに対し光ケーブルを介して複数のファイバノード(FN)が接続され、さらにこれらのファイバノード(FN)にツリー状の同軸ケーブルを介して複数の通信制御装置(CM)が接続され、これらの各通信制御装置(CM)にパーソナル・コンピュータ(PC)等の加入者の情報端末が接続されている。

【0004】なお、上記分散ハブと通信制御装置(CM)との間を接続する光ファイバとツリー状の同軸ケーブルとを組合わせた伝送路はHFC(Hybrid Fiber Coaxial)と呼ばれる。

【0005】ところで、情報化の進展に伴い、WWW(World Wide Web)に代表されるマルチメディア情報提供システムや、デスクトップTV会議システム等のように、映像や音声を送信するアプリケーションが普及しつつある。しかし、インターネット等のコンピュータ・ネットワークは、一般にネットワーク遅延などの通信品質(QOS: Quality Of Service)の保証は行わずに、宛先にパケットを誤りなく届けることを目的とした、いわゆるベストエフォート型のネットワークである。

【0006】この種のネットワークにおいて、上述したアプリケーションを実際に実行させると、ネットワークのトラヒックの状況によっては、画像が表示されるまでの時間が突然長くなったり、音声と映像の同期が乱れるといった不具合が生じる。そのため、上述したアプリケーションを提供するためには、ネットワーク側にて帯域やQOS(通信品質)を保証する仕組みが必要となる。

【0007】ちなみに、インターネット上の標準化プロトコルの検討を行なっているIETF(Internet Engineering Task Force)においても、QOS(通信品質)の保証を考慮したプロトコルが議論されている。RSVP(Resource Reservation Setup Protocol)やST2(Internet Stream Protocol Version2)などはその一例である。

【0008】また、下記の文献[1]～[3]に開示されているように、ルータやATMを使ったパケット交換装置等ではQOS(通信品質)の保証を実現するためのスケジューリングアルゴリズムが数多く提案されている。

[1] M. Shreedhar and George Varghese, "Efficient Fair Queuing using Deficit Round Robin", Proc. of SIGCOMM '95, pp.231-242, 1995

[2] S.Golestani, "A Self-Clocked Fair Queuing Scheme for Broadband Applications", INFOCOM94, pp. 636-646, 1994

[3] L.Zhang, "Virtual Clock Traffic Control Algorithm for Packet Switching Networking", SIGCOMM9

0, pp.19-29.1990

なお、各文献中におけるフローとはアプリケーションから送信される一連のデータ転送を示すもので、QOS(通信品質)はこのフロー単位に設定される。

【0009】このフローは提供するサービスによってその定義が異なる。例えば、端末毎に伝送速度を保証するサービスを提供する場合には、フローは、送信元の端末IDや宛先の端末IDによって区別される。

【0010】さらに、TCP/IP上のアプリケーション毎にQOS(通信品質)を保証するサービスを提供する場合、フローは、IPパケットヘッダ中の送信元アドレス、宛先アドレス、プロトコル番号、ポート番号などを組合わせたもので区別してもよい。この明細書においては、これらの情報の総称として用いる。

【0011】以下、文献[1]にてルータに提案されているDRR(Deficit Round Robin)と呼ばれるスケジューリング方式を図17を用いて説明する。図示するように、このDRR方式においては、送信すべきパケットが入力されるパケット入力部と、入力した各パケットを一時記憶するフロー別のパケットキューと、スケジューリング部と、パケット出力部と、アクティブリストとが備えられている。

【0012】アクティブリスト内には、フローID(識別子)毎に、現在自己のパケットキューに溜まっている先頭のパケットのバイト数で示したパケット長、現在送信可能なパケットのバイト数を保持するカウンタ値と、重み値とが記憶されている。

【0013】そして、パケット入力部は、受信したパケットをフローID(識別子)などに従って、フロー毎又はサービスクラス毎に分類し、対応するパケットキューへ入力するとともに、アクティブリストの該当フローIDに対応するパケット長を更新する。

【0014】スケジューリング部は、アクティブリストの各フローIDを順番に検索していく。そして、スケジューリング部は、一つのフローIDを読み出した時に、該当フローIDのパケット長が0でなく、すなわち、該当フローIDのパケットキューに送信待ちのパケットが存在し、かつパケット長がカウンタ値より小さい時、該当パケットをパケット出力部を介して伝送路へ出力する。

【0015】そして、カウンタ値を出力したパケットのパケット長だけ減算する。該当フローIDのパケットキューに複数のパケットが記憶されていた場合は、次のパケットのパケット長がアクティブリストのパケット長に設定され、同様の処理を繰返す。

【0016】そして、パケット長がカウンタ値より大きくなると、該当パケットを出力せずに、カウンタ値に重み値を加算する。以上で一つのフローIDに対するパケットの送信処理が終了したので、次のフローIDに対するパケットの送信処理を開始する。

【0017】このように、アクティブリストの各フロー

IDに対するパケットの送信処理を順番に実施していき、最終のフローIDに対するパケットの送信処理が終了すると先頭のフローIDに対するパケットの送信処理を開始する。

【0018】したがって、前回送信できなかったフローIDに対しては、カウンタ値が増加しているため、次回のパケットの送信処理においては、送信される可能性が高くなる。

【0019】このように、DRR方式においては、各フロー毎にパケットをキューイングし、アクティブリストにおけるフローID順にカウンタ値に溜まっている重み値の分だけパケットを連続してパケットキューから取出している。そのため、長期間で観測した場合における各フロー毎のパケット送信レートの平均値は、そのチャンネルの伝送容量の観測期間中にアクティブになったフローの間で、各フローの重み値に対応して比例配分される。

【0020】そのため、アクティブになるフローの最大数が予め予測できる場合、重み値を最適値に設定することによって、各フロー毎の最低のパケット送信レートを保証することが可能となる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したDRR方式を採用してQOS（通信品質）を保証するようにした双方向通信システムにおいても、まだ改良すべき次のような課題があった。

【0022】すなわち、CATV網を利用した双方向通信システムにおいて上述したQOS（通信品質）の保証を実現する場合、ヘッドエンドや分散ハブ等のセンタ（中央制御装置）側から通信制御装置側へ向かう下りのデータ伝送は1対N（N：複数）の通信となるため、送信元となるセンタ（中央制御装置）側で要求品質を満足するようにスケジューリングして通信制御装置へデータを送信すればよい。

【0023】これに対し、通信制御装置からセンタ（中央制御装置）側に向かう上りのデータ伝送については、複数の通信制御装置が上りの伝送路を共有するために、伝送路を効率良く利用した上で上述したQOS（通信品質）を保証するアクセス制御が必要となる。

【0024】図18は、CATV網を用いた双方向通信システムに提案されている予約方式と呼ばれる上りアクセス制御方式の動作例を示したものである。同図に示すように、同一の上りの伝送路上に各通信制御装置（CM1、CM2、CM3）からリクエストを受付ける期間とデータを受付ける期間とが時間的に異なるように割当られる。

【0025】各通信制御装置（CM1、CM2、CM3）は、中央制御装置がリクエストを受付ける時間になると、要求するパケット長情報を乗せたリクエスト信号を中央制御装置に送出する。中央制御装置では、ある時

点にそれまでに受信したリクエスト信号に基づいて、どのパケットをどの期間に送出すればよいかを決定して、全ての通信制御装置（CM1、CM2、CM3）に対して放送（ブロードキャスト）形式で通知する。

【0026】このように、予約方式のアクセス制御方式を用いる場合、各通信制御装置（CM1、CM2、CM3）は中央制御装置に対してリクエスト信号を送らなければデータを送信することができないため、上り伝送路上にリクエスト信号を送信する期間がどれくらいの割合で割当てられるかが、上り伝送路のスループット特性および遅延特性に大きく影響する。

【0027】また、今後、通信アプリケーションの多様化に伴ってネットワークに要求されるQOS（通信品質）の種類や単位等も多様化することが予想される。加入者の要求に応じて、例えば、下記(1)、(2)、(3)の要求に応じることが可能なスケジューリング方式が必要である。

【0028】(1) QOS（通信品質）を保証するフローの単位を通信制御装置毎ではなく通信制御装置に接続するパソコンあるいはアプリケーション毎にする。

(2) 単に各フローの最低の送信速度を保証するだけでなく各フローの送信速度の上限を保証（制限）する。

【0029】(3) 各フローの上り方向の伝送と下り方向の伝送とで別々に伝送速度の上限／下限を設定するのではなく、上りと下りとで合わせた伝送速度の上限／下限を設定する。

【0030】以上述べたように、例えば、CATV網を利用する双方向通信システムにおいて、QOS（通信品質）を保証した通信サービスを実現する場合、上り伝送路を如何に効率良く利用してかつQOS（通信品質）を保証するかが課題である。また、如何にして、加入者の要求するQOS（通信品質）の種類や単位等に応じて上り／下りのパケットのスケジューリングを柔軟に対応させるかが課題である。

【0031】本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、各通信制御装置からの種々の形態のデータ送信要求に対しても、各通信制御装置に対して伝送路をより有効に使用できるようにし、各データ送信要求に対して常に最適な送信期間（帯域）の割当てを行なえるようにし、これにより加入者装置が要求するQOS（通信品質）を十分に保証した上でデータの伝送効率を高め得る双方向通信システムを提供することを目的とする。

【0032】

【課題を解決するための手段】上記課題を解消するための本発明は、中央制御装置と、この中央制御装置に対して双方向伝送路を介して接続された複数の通信制御装置との間でデータの送受信を行う双方向通信システムにおいて、各通信制御装置に対して、送信すべきデータが発生する毎に、少なくとも当該データの伝送容量を含むリクエスト信号を中央制御装置に対して送信するリクエス

ト送信手段と、リクエスト信号に応答して中央制御装置から送信期間の割当が通知されると、この通知された送信期間にデータを送信するデータ送信手段とを備えている。

【0033】また、中央制御装置に対して、各通信制御装置から送信されたリクエスト信号を受信するリクエスト受信手段と、このリクエスト受信手段にて受信されたリクエスト信号に含まれる伝送容量と、当該リクエスト信号を送信した通信制御装置に予め設定された保証容量に関する情報と、今までに割当てた割当履歴情報とに基づいて、リクエスト信号を送信した通信制御装置に対する送信期間の割当を決定するスケジューリング手段と、このスケジューリング手段により決定された送信期間の割当を前記リクエスト信号送信元の通信制御装置へ通知する送信期間割当通知手段とを備えている。

【0034】このように構成された双方向通信システムにおいては、中央制御装置は、受信されたリクエスト信号に含まれる伝送容量と、保証容量に関する情報と、今までに割当てた割当履歴情報とに基づいて、リクエスト信号を送信した通信制御装置に対する送信期間の割当を決定している。

【0035】そして、最も特徴とするところは、今までに割当てた割当履歴情報が該リクエスト信号に対する送信期間の割当判断材料に供されることである。例えば、前回のスケジューリングで割当てたフローと同一のリクエスト信号に対応する送信期間の割当てを制限したり、1回のスケジューリングする送信期間の割当を制限することによって、特定の通信制御装置に対して送信期間の割当てが意図しない方向に偏ることが未然に防止される。

【0036】また、別の発明においては、上述したスケジューリング手段は、1回のスケジューリングで割当てる合計の送信期間が予め設定された許容期間を超えないように制御している。

【0037】したがって、各スケジューリング処理において、送信期間の割当てが可能な同一のフローが多数残っていたとしても、今回のスケジューリング処理は終了して、次のスケジューリング処理に持ち越される。この次のスケジューリング処理においては、前回のスケジューリング処理で送信期間の割当て不可能なフローも送信期間の割当て可能となる確率が高いので、たとえ送信期間の割当てが可能であったとしても、特定のフローに対して送信期間の割当てが偏ることはない。

【0038】また、別の発明において、上述したスケジューリング手段は、リクエスト信号の種別を示すフロー毎に現在割当て可能なデータ量を保持するカウンタを有し、このカウンタの値を該フローに対する最低送信レートに対応するデータ量で増加更新し、更新後のカウンタの値がリクエスト信号の伝送容量より多いとき、当該リクエスト信号に対する送信期間の割当てを行い、かつ

カウンタの値を伝送容量で減少更新する。

【0039】この発明においては、現在割当て可能なデータ量を保持するカウンタに対して、スケジューリング処理において最低送信レートに対応するデータ量が加算される。したがって、先の発明の許容期間がたとえ長く設定されていたとしても、該フローに対する送信期間の最低限の割当が保証される。

【0040】また、別の発明において、上述したスケジューリング手段は、リクエスト信号の種別を示すフロー毎に現在割当て可能なデータ量を保持するカウンタを有し、このカウンタの値を該フローに対する最大送信レートに対応するデータ量で増加更新し、更新後のカウンタの値がリクエスト信号の伝送容量より多いとき、当該リクエスト信号に対する送信期間の割当てを行い、かつカウンタの値を伝送容量で減少更新する。

【0041】このように構成された発明においては、1回のスケジューリング処理の開始時にカウンタの値が最大送信レートに対応するデータ量で増加更新されるが、それ以降は増額されない。よって、1回のスケジューリング処理において、この最大送信レートを越えてパケットが送信されることが抑制される。

【0042】また、別の発明において、上述したスケジューリング手段は、リクエスト信号の種別を示すフロー毎に現在割当て可能なデータ量を保持する第1のカウンタ及び第2のカウンタを有し、第1のカウンタの値を各フローに対する最低送信レートに対応するデータ量で増加更新し、第2のカウンタの値を各フローに対する最大送信レートに対応するデータ量で増加更新し、更新後の第1のカウンタの値がリクエスト信号の伝送容量より多いとき、当該リクエスト信号に対する送信期間の割当てを行い、更新後の第2のカウンタの値がリクエスト信号の伝送容量より多いとき、当該リクエスト信号に対する送信期間の割当てを行う。

【0043】このように、構成された発明においては、それぞれ最低送信レート及び最大送信レートに対応するデータ量が増加更新される第1のカウンタ及び第2のカウンタを設け、それぞれリクエスト信号の伝送容量との比較タイミングをずらせているので、上述した最低送信レートの保証と最大送信レートを越えない保証がほぼ確保できる。

【0044】また、別の発明において、上述したスケジューリング手段は、リクエスト信号の種別を示すフロー毎に、リクエスト信号受信から送信期間の割当までの保証遅延時間に関する情報を記憶し、リクエスト信号の種別を示すフロー毎に、リクエスト信号を受信してからの経過時間を計時するカウンタを設け、この各カウンタの値が該リクエスト信号の保証遅延時間に関する情報より大きいとき、当該リクエスト信号に対する送信期間の割当てを行う。

【0045】このように構成された双方向通信システム

10

20

30

40

50

においては、リクエスト信号を受信してからの経過時間が、例えば予め定められた最大遅延時間等の保証遅延時間に関する情報を越えると、無条件にリクエスト信号に対する送信期間の割当てが実施される。

【0046】したがって、各通信制御装置としては、中央制御装置に対してリクエスト信号を受信したから、極端に長い時間が経過した後には送信期間の割当てを受信する事態が抑制される。

【0047】また、別の発明において、上述したスケジューリング手段は、リクエスト受信手段にて受信された通信制御装置からのリクエスト信号に含まれる伝送容量と、自己が該当リクエスト信号の送信元の通信制御装置へ送信するデータの伝送容量と、今まで割当てた送信期間の割当履歴情報とに基づいて、当該リクエスト信号を送信した通信制御装置に対する送信期間の割当て及び自己が該当通信制御装置へデータを送信するための送信期間の割当てを決定する。

【0048】このように構成された双方向通信システムにおいては、中央制御装置から各通信制御装置へデータを送信する下り方向に対する送信期間の割当てと、各通信制御装置から中央制御装置へデータを送信する上り方向に対する送信期間の割当てを同一の条件でスケジューリング処理を実施しているため、例えば、上りと下りとの合わせた送信レートの保証や遅延時間の保証が可能となる。

【0049】

【発明の実施の形態】以下本発明の各実施形態を図面を用いて説明する。

（第1実施形態）図1は本発明の第1実施形態に係わる双方向通信システムの概略構成図である。

【0050】この双方向通信システムは、CATV網を利用したケーブル・ネットワークシステムであり、1はヘッドエンド（HE）を示している。このヘッドエンド1は、情報通信のためのサーバや保守管理を行なうサーバ、インターネット等のコンピュータ・ネットワークや、公衆網および企業網等の外部網と接続するためのブリッジやルータを備えている。

【0051】このヘッドエンド1には光ケーブルを介して中央制御装置2が接続されている。この中央制御装置2には、光ケーブルを介して複数のファイバノード（FN）3が接続され、さらにツリー状の同軸ケーブルを介してそれぞれ複数の通信制御装置（CM）4が接続されている。すなわち、中央制御装置2と各通信制御装置4との間は、光ファイバとツリー状の同軸ケーブルとを組み合わせたHFC（Hybrid Fiber Coaxial）伝送路により接続されている。

【0052】そして、上記各通信制御装置4には、それぞれイーサネットの10BASE-Tを介して、パーソナル・コンピュータ等の加入者の情報端末機器5が接続される。

【0053】中央制御装置2は、ルータおよび分散ハブを備えたもので、各通信制御装置4からの接続要求に対しRSVPプロトコルに従って通信期間（帯域）を予約設定する機能や、通信期間（帯域）の予約が設定された状態で通信制御装置4から送られるリクエスト信号に応じて所定のスケジューリング手順により要求元の通信制御装置4に対し送信開始タイミングを割当てる機能等のこの発明に係わる種々の制御機能を有している。

【0054】図2に上述した双方向通信システムの上り伝送路のフレーム構成を示す。上り伝送路は所定長のミニスロットが複数集まった構成を有しており、中央制御装置2に接続する複数の通信制御装置4（CM1、CM2、CM3、…）から送信されるデータは、時分割多重方式にて伝送される。ここで、ミニスロットの長さは双方向通信システムに要求される特性に応じて任意に定めることができるが、以下の説明では理解を容易にするため、1ミニスロット長は1リクエスト信号を送信できる時間長であると仮定する。

【0055】中央制御装置2は一連のミニスロットに対してタイミングを識別するための番号を定める。また、中央制御装置2は、どのミニスロットで何を（どんな種類のパケットを）伝送するかを決定し、送信期間（帯域）の割当てメッセージ（通知）（以後このメッセージをMAPと呼ぶ）を通信制御装置4に送信する。

【0056】また、各通信制御装置4は電源投入時に中央制御装置2との間でメッセージを交換して、送信期間（帯域）の割当てメッセージ（MAP）で送信を許可された場合、指定されたミニスロットの示す時刻に中央制御装置2に対し信号が到着するよう制御する手段を有している。

【0057】なお、中央制御装置2がMAPを送信する間隔は固定であってもよいし、可変でもよい。一般に伝送路のスループットを向上し、かつ伝送遅延時間を最小にしようとする場合、MAPを送信する間隔は伝送路の状況に応じて変化するように制御される。

【0058】次に、各通信制御装置4が情報端末装置5から受信したパケットを中央制御装置2に送信する手順を図3を用いて説明する。各通信制御装置4（CM1、CM2、CM3、…）は、自己に接続された情報端末機器5から送信パケットが到来すると、このパケットがどのフローに対応するか分類してキューに貯える。同時に、通信制御装置4は、図4（a）に示すように、このパケットを送信するために必要な伝送容量としてのバイト数（あるいはミニスロット数でもよい）と、このパケットのフローID（識別子）を含むリクエスト信号を作成し、中央制御装置2がリクエストを受付けるリクエスト受付期間が到来するとこのリクエスト信号を中央制御装置2へ送信する。

【0059】なお、従来の技術で説明したようにフローとはアプリケーションから送信される一連のデータ転送



を示すもので、QOS（通信品質）はこのフロー単位に設定される。

【0060】なお、このフローは提供するサービスによってその定義が異なる。例えば、端末毎に伝送速度を保証するサービスを提供する場合には、フローは、送信元の端末IDや宛先の端末IDによって区別してもよい。また、本発明においては、その宛先アドレスがブロードキャストやマルチキャストに対応する時には、通常扱う個別宛先のデータ転送と異なる別のフローとして扱ってもよい。

【0061】さらに、TCP/IP上のアプリケーション毎にQOS（通信品質）を保証するサービスを提供する場合、フローは、IPパケットヘッダ中の送信元アドレス、宛先アドレス、プロトコル番号、ポート番号などを組合せたもので区別してもよい。

【0062】なお、このリクエスト信号に含まれる伝送容量は、通信制御装置4が自己に接続された情報端末機器5から受信したパケット1個分とは限らない。例えば、通信制御装置4が連続して情報端末機器5から2つのパケットを受信し、通信制御装置4のキューに複数のパケットが保存されており、まだ最初のパケットに対するリクエスト信号を送信していない場合には、この2つのパケットのバイト数を合計した数を1つのリクエスト信号に含めて送信してもよい。

【0063】なお、図3に示すように、中央制御装置2が8個分のミニスロット領域を連続してリクエスト受付期間として割当てた場合、各通知制御装置4は、送信するリクエスト信号が互いに衝突しないように、例えば8個のミニスロットの中からランダムに1つを選択して、このミニスロットを用いてリクエスト信号を送信する機能を有している。

【0064】中央制御装置2では、各通信制御装置4から送信されたリクエスト信号を受信して、当該リクエスト信号で通知されたフローIDに対してQOS（通信品質）と自己がこれまでに行つたスケジューリングの履歴情報に基づいて、リクエストされたパケットの送信タイミングを決定し、ここで決定した送信開始タイミングを送信期間（帯域）の割当てメッセージ（MAP）を使って、リクエスト信号送信元の通信制御装置4に通知する。

【0065】この送信期間（帯域）の割当てメッセージ（MAP）には、図4（b）に示すように、中央制御装置2がこのMAPを使って通知する一連の割当て期間の開始時刻 $t_s$ （開始スロット）と終了時刻 $t_e$ （終了スロット）が含まれ、次のフィールドでは一連の割当て期間の内訳を示す情報が含まれる。

【0066】その内訳を示す情報としては、一連の期間が何個の区分に分けられるかを示すエレメント数と、誰に対して何をいつから送信すればよいかを割当てたかが指定できるように、フローIDと、メッセージの種類、

パケット送信開始タイミング（オフセット）との3つのエレメント情報が記述される。

【0067】例えば、メッセージ種別の分類をリクエストが1、データパケット=2、管理パケット=3と定義し、全フローに対するIDを0xFFとすれば、図3

（b）の例で示すMAPは、開始時刻 $t_s = t_1$ （秒）、終了時刻 $t_e = t_4$ （秒）、エレメント数=3となり、第1のエレメントは、フローID=3、メッセージ種別=2、送信開始タイミング（オフセット）=t1、第2のエレメントがフローID=1、メッセージ種別=3、送信開始タイミング=t2、第3のエレメントがフローID=3、メッセージ種別=1、送信開始タイミング=t3となる。

【0068】図5は、中央制御装置2内における各通信制御装置4からのリクエスト信号を受信した場合に、各通信制御装置4に対して該当リクエスト信号に対する送信期間（帯域）の割当てを行うスケジューリング処理部を抽出して示すブロック図である。

【0069】各通信制御装置4から受信した各リクエスト信号はリクエスト信号入力部6へ入力される。このリクエスト信号入力部6は、受信したリクエスト信号のフローIDと、例えばバイト単位で表した送信要求パケット長をリクエストキュー7に格納する。

【0070】このリクエストキュー7は、単に着信順に格納する1個のキュー構成にしてもよいし、又は、前述した図17に示すDRR方式と同様に、フローID毎に異なる複数のキューから構成されるようにしてもよい。

【0071】したがって、このリクエストキュー7内には、順次入力したリクエスト信号に含まれるフローIDとデータの伝送容量としての送信要求パケット長をバイト単位で記憶される。また、図中ポインタは、次のスケジューリング部8において現在スケジューリング処理の対象となっているリクエストを指定するポインタである。

【0072】なお、中央制御装置2は、リクエストキュー7内に1個もリクエスト信号が記憶されていない場合、前回送信した送信期間（帯域）の割当てメッセージ（MAP）の終了時刻から予め設定された期間の分だけ、リクエスト受付期間又は管理パケットを送信する期間に割当てる。

【0073】一種のマイクロコンピュータで構成されたスケジューリング部8は、カウンタテーブル9に記憶された情報を用いて、リクエストキュー7に一時記憶された各リクエスト信号に対応する送信期間（帯域）の割当てを決定して、決定した送信期間（帯域）の割当てメッセージ（MAP）をパケット割当出力部10からリクエスト信号の送信元の通信制御装置4へ送信する。

【0074】カウンタテーブル9内には、各通信制御装置4に対応する各フローID毎に、カウンタ11と重み値12が設定されてる。各カウンタ11のカウンタ値は



13

スケジューリング部8におけるスケジューリング処理過程で変化する値であり、重み値12は各通信制御装置4毎に設定された固有値の固定値である。なお、この重み値12が大きいほど、該当フローの送信期間（帯域）の割当の機会が増加する。

【0075】そして、カウンタ値及び重み値12はデータ伝送における情報量の単位であるバイト単位で設定される。スケジューリング部8は、図7に示す流れ図に従ってリクエストキュー7に記憶されたリクエストに対する10 バケット送信のスケジューリング処理を繰返し実行する。

【0076】この周期におけるスケジューリング処理が開始されると、ポインタをリクエストキュー7の先頭の11 リクエスト（フローID）に設定する（S1）。次に、このスケジューリング処理の周期で既に割当てた総バケット長が予め設定された許容値（MAP LIMIT）を越えていないことを確認する（S2）。その後、ポインタの示すリクエストの送信要求バケット長と、カウンタテーブル9内の該当するフローIDのカウンタ値とを比較し（S3）、送信要求バケット長がカウンタ値より12 少ない場合はバケット送信を許可し、該当リクエストに対応するバケット送信の送信期間の割当てメッセージ（MAP）を出力する（S4）。そして、カウンタ値をバケット長分だけ減少更新する（S5）。

【0077】もし送信要求バケット長がカウンタ値より大きい場合はカウンタ値に該当フローIDの重み値12を増加更新し（S6）、ポインタを次のリクエストに移す（S8）。また、リクエストキュー7における最後の13 行のリクエストの処理が終了した場合には（S7）、再びポインタを先頭行に戻す（S9）。そして、S2へ戻る。

【0078】以上の手続きを、送信を許可されたバケット長の合計が予め定められた許容値（MAP LIMIT）を超えるまで、又はリクエストキュー7中のリクエストがなくなるまで繰り返す。

【0079】なお、上記のように割当てたデータを送信する領域の後に、引続いて、予め設定された期間の分だけリクエスト受付期間又は管理バケットを送信する期間に割り当ててもよい。

【0080】なお、上述の説明では、カウンタテーブル9内に各フローID毎に、該当フローIDに対応してカウンタ11と重み値12が一つずつ保持されている例を示した。

【0081】しかし、例えば特定の複数のフローIDで1個のカウンタ11と1個の重み値12を共有するようにしてもよい。このようにすれば、例えば5個の情報端末機器5から送信されるデータ転送を合計した伝送速度の最低送信レートを保証することも可能となる。

【0082】次に、このように構成された第1実施形態の双方向通信システムにおけるリクエストに対する送信

14

期間（帯域）の割当てスケジューリング処理の特徴を説明する。

【0083】すなわち、上り伝送路のアクセス制御方式に、前述した図17の予約方式を用いた場合、同一の上りの伝送路上に、通信制御装置4からリクエスト信号を受付ける期間とデータを受付ける期間とが時間的に異なるように割り当てられる。そのため、中央制御装置2から通信制御装置4へMAPを送信してから次のMAPを送信するまでの間に、中央制御装置2に届くリクエスト14 信号の数は上限がある。

【0084】例えば、各MAPで通知する送信期間の割当て期間（ $t_s \sim t_e$ ）に必ず、毎回30個分のミニスロットリクエストを受付けられるように制御したならば、新たに中央制御装置2に届くリクエスト信号の数は最大で30個である。しかし、実際には各通信制御装置4から送信されるリクエスト信号は互いに衝突する場合があるので、たとえ、30個分のミニスロットがあっても中央制御装置2が新たに受信するリクエスト信号の数はせいぜいその3割～4割である。

20 【0085】このような時、受信したリクエスト信号に対して全て送信許可を与えるような制御を行うと、リクエスト信号を多く送出した通信制御装置4がより高い送信レートを得られるという不公平な結果となる。

【0086】この第1実施形態システムにおいては、この点を考慮したもので、中央制御装置2がそれまでに受信したリクエスト信号に対して送信期間（帯域）の割当てを行う際、従来のDRRと同様な方法で割当ての順番を決定ながら、且つ1回のスケジューリング周期で送信許可を与えるリクエスト数に制限を加えるようにしたものである。すなわち、図7に示すように、1回のスケジューリング周期で既に割当てた総バケット数が許容値（MAP LIMIT）を越えないように制御している。

【0087】この制御手法によれば、たとえ特定の通信制御装置4が中央制御装置2に対して高い頻度でリクエスト信号を送信した場合であっても、必ずしもこの特定の通信制御装置4がより多くデータを送信できるとは限らない。

40 【0088】なお、上記許容値（MAP LIMIT）は、小さいほうが個別のフローの最低送信レートをより確実に保証できるが、総スループット特性の観点からはできるだけ長い方がよいという反対の傾向がある。例えば、各MAPで通知する送信期間（帯域）の割当て期間（ $t_s \sim t_e$ ）に必ず、毎回30個分のミニスロットリクエストを受付けられるように制御した場合、上記許容値をせいぜい平均バケット長の5倍程度の値に設定されることが望ましい。

50 【0089】（第2実施形態）次に本発明の第2実施形態の双方向通信システムについて説明する。図8は、この第2実施形態の双方向通信システムにおける中央制御

装置2内に組込まれたスケジューリング処理部におけるカウンタテーブル9aの構成を示す図である。その他の構成は図5のブロック図と同じである。

【0090】上述した第1実施形態のスケジューリングアルゴリズムでは、重み値12は各通信制御装置4毎に申告された要求帯域に応じて比例する値を持った定数としていたが、この第2実施形態では前回のMAPで割り当てた期間と申告された要求帯域との両方に比例する値をカウンタ11、13に用いるようにしている。

【0091】すなわち、カウンタテーブル9a内には、各フロー毎に、カウンタ11、サブカウンタ13、及び最低送信レート14が設定されている。そして、スケジューリング部8は、図9に示す流れ図に従ってリクエストキュー7に記憶されたリクエストに対するパケット送信のスケジューリング処理を繰返し実行する。

【0092】この周期におけるスケジューリング処理が開始されると、まず、前回のMAPで通知した時間（データ長） $T_L$ を算出する（ $T_L = t_e - t_s$ ）。次に、全フローIDに対応する各カウンタ11のカウンタ値を最低送信レート分〔 $(\text{kbps}) \times 1000 \times T_L \div 8 (\text{byte})$ 〕だけ増額する。なお、サブカウンタ13のカウンタ値をカウンタ11のカウンタ値と同じ値に設定する。この時、ポインタはリクエストキュー7の先頭のフローIDに設定しておく（Q1）。

【0093】次に、リクエストキュー7に未処理のリクエストが存在することを確認の後（Q2）、リクエストキュー7内のポインタの示すリクエストの送信要求パケット長と、カウンタテーブル9a内の対応するフローIDのカウンタ値とを比較し（Q3）、送信要求パケット長がカウンタ値より短い場合、該当リクエスト信号に対する送信期間（帯域）の割当てを実施して、MAPの送信を設定する（Q5）。その後、このリクエストをリクエストキュー7から削除し、対応するカウンタ値を許可したパケット長分だけ減少更新した後、ポインタを次のリクエストに移す（Q7）。そして、Q2へ戻る。

【0094】一方、送信要求パケット長がカウンタ値より長い場合、パケット送信の許可は与えられず、ポインタを次のリクエストに移す（Q7）。以上の処理を繰返し行い、途中でリクエストキュー7に未処理のリクエストがなくなった場合には（Q2）、このスケジューリング処理を終了する。

【0095】また、途中で、ポインタがリクエストキュー7を1巡した場合には（Q6）、ポインタをリクエストキュー7の先頭のリクエストに設定した後、Q8以降の処理に移る。

【0096】まず、Q8にて、このスケジューリング処理の周期で既に割当てた総パケット長が予め設定された許容値（MAP LIMIT）を越えていないことを確認する。次に、ポインタの指しているリクエストのフローIDに対応するサブカウンタ13のサブカウンタ値を

最低送信レート分だけ増加更新する（Q9）。そして、このポインタの示すリクエストの送信要求パケット長と、サブカウンタ値とを比較し、送信要求パケット長がサブカウンタ値より短い場合（Q10）、パケット送信に対する送信期間（帯域）の割付けを行い、MAPの送信を設定する。その後、サブカウンタ値を0に設定し（Q11）。このリクエストをリクエストキュー7から削除する（Q12）。

【0097】さらに、ポインタをリクエストキュー7の次のリクエストに移す（Q14）。もし、ポインタがリクエストキュー7の末尾のリクエストを指している場合には（Q13）、ポインタを先頭のリクエストに移す（Q14）。そして、Q8へ戻る。

【0098】一方、送信要求パケット長がサブカウンタ値より長い場合（Q10）、パケット送信の許可は与えられず、ポインタをリクエストキュー7の次のリクエストに移す（Q14）。そして、Q8へ戻る。

【0099】以上の手続きを既に割当てた総パケット長が予め設定された許容値（MAP LIMIT）を越えるまで、又は、リクエストキュー7のリクエストがなくなるまで繰返す。

【0100】以上の手続きによって送信許可が与えられるパケットに対する送信期間を割当て、MAPに組込んで全部の通信制御装置4に対して放送形式で通知する。このように構成された第2実施形態の双方向通信システムにおいては、前回のMAPで割当てた期間 $T_L$ と申告された要求帯域（カウンタ11のカウンタ値）との両方に比例する値を用いるようにしている。

【0101】さらに、本発明では、まず、各フローの最低送信レートを確実に保証するために、カウンタ11を用いたQ1～Q7までの処理がリクエストキュー7内のリクエストに対して各々一度だけ実行される。その後、もし今回割当てた合計の割当期間が予め設定した許容値を越えていなければ、スループットを向上させるためにサブカウンタ13を用いたQ8からQ15までの処理が上述した許容値を越えるまで繰返し実行される。

【0102】また、第1実施形態システムで説明したスケジューリング手法では許容値（MAP LIMIT）を大きく設定した場合、最低送信レートの保証の性能が劣化するという懸念があったが、この第2実施形態システムにおいては、許容値（MAP LIMIT）の値に影響を受けにくい。そのため、1回のスケジューリングで割当てた総パケット長の許容値（MAP LIMIT）を比較的大きな値に設定することによって、第1実施形態システムよりも高い総スループット特性を実現することができる。

【0103】（第3実施形態）次に、本発明の第3実施形態の双方向通信システムを説明する。図10は、この第3実施形態の双方向通信システムにおける中央制御装置2内に組込まれたスケジューリング処理部におけるカ

10

20

30

40

50

ウンタテーブル 9 b の構成を示す図である。その他の構成は図 5 のブロック図と同じである。

【0104】この第 3 実施形態の双方向通信システムにおいては、各フローの送信レートが予め設定した最大送信レートを超えないように制御される。すなわち、カウンタテーブル 9 b 内には、各通信制御装置 4 に対応する各フロー I D 毎にカウンタ 11 と最大送信レート 15 が設定されている。

【0105】そして、スケジューリング部 8 は、図 11 に示す流れ図に従ってリクエストキュー 7 に記憶されたリクエストに対するパケット送信のスケジューリング処理を繰返し実行する。

【0106】この周期におけるスケジューリング処理が開始されると、まず、前回の MAP で通知した時間（データ長） $T_L$  を算出する（ $T_L = t_e - t_s$ ）。次に、全フロー I D に対応するカウンタ 11 のカウンタ値を該当フロー I D の最大送信レート分  $[(\text{kbps}) \times 1000 \times T_L \div 8 (\text{byte})]$  だけ増額する（P1）。この時、ポインタはリクエストキュー 7 の先頭のフロー I D に設定しておく。

【0107】次に、リクエストキュー 7 に未処理のリクエストが存在することを確認の後（P2）、このポインタの示すリクエストの送信要求パケット長と、カウンタテーブル 9 b 内の該当フロー I D に対応するカウンタ値とを比較し（P3）、送信要求パケット長がカウンタ値より短い場合、該当リクエスト信号に対する送信期間（帯域）の割当てを実施して、MAP の送信を設定する。その後、対応するカウンタ値を許可したパケット長の分だけ減少更新する（P4）。その後、このリクエストをリクエストキュー 7 から削除し（P5）、ポインタを次のリクエストに移す（P6）。そして、P2 へ戻る。

【0108】一方、送信要求パケット長がカウンタ値より長い場合、パケット送信の許可は与えられず、ポインタを次のリクエストに移す（P7）。以上の処理を繰返し行い、途中でリクエストキュー 7 に未処理のリクエストがなくなった場合には（P2）、このスケジューリング処理を終了する。

【0109】このように構成された第 3 実施形態システムにおいては、1 回のスケジューリング処理が開始する時点で、カウンタテーブル 9 b の各フロー I D 毎のカウンタ 11 のカウンタ値に対して該当フロー I D に対応した最大送信レートに対応する分の伝送量（バイト量）が加算される。そして、このカウンタ値は今回のスケジューリング処理が終了するまで、増加更新されることはない。

【0110】よって、このカウンタ値は最大送信レートで定まるバイト値を越えることはないので、一つのフローに対してこの最大送信レートを越えてパケットの送信期間（帯域）の割当てが実施されることが未然に防止され

る。

【0111】かくして、この第 3 実施形態システムにおいては各フロー毎の実効送信レートが最大送信レートを超えないように制御することが可能となる。

（第 4 実施形態）次に、本発明の第 4 実施形態の双方向通信システムを説明する。

【0112】図 11 は、この第 4 実施形態の双方向通信システムにおける中央制御装置 2 内に組込まれたスケジューリング処理部におけるカウンタテーブル 9 c の構成を示す図である。その他の構成は図 5 のブロック図と同じである。

【0113】この第 4 実施形態の双方向通信システムにおいては、第 2 実施形態システム及び第 3 実施形態システムの各アルゴリズムを組合せ、フロー I D 毎の伝送速度を最大送信レート以下に制限し、かつ最低送信レートを保証する。

【0114】このために、カウンタテーブル 9 c 内には、各通信制御装置 4 に対応する各フロー I D 毎に、最低送信レートを保証するために使う第 1 のカウンタ 13 a と、最大送信レートを超えないように制限するために使う第 2 のカウンタ 11 a と、最小送信レート以上の送信レートが得られるようにするために使われるサブカウンタ 16 との合計 3 つのカウンタが組込まれている。

【0115】さらに、このカウンタテーブル 9 c 内には、各通信制御装置 4 に対応する各フロー I D 毎に、最低送信レート 14 と最大送信レート 15 とが設定されている。そして、スケジューリング部 8 は、図 13 に示す流れ図に従ってリクエストキュー 7 に記憶されたリクエストに対するパケット送信のスケジューリング処理を一定周期で繰返し実行する。

【0116】この周期におけるスケジューリング処理が開始されると、まず、前回の MAP で通知した時間（データ長） $T_L$  を算出する（ $T_L = t_e - t_s$ ）。次に、全フロー I D に対応する第 1、第 2 のカウンタ 13 a、11 a のカウンタ値を該当フロー I D に対応する最大送信レート分  $[(\text{kbps}) \times 1000 \times T_L \div 8 (\text{byte})]$  だけ増額する（R1）。この時、ポインタはリクエストキュー 7 の先頭のフロー I D に設定しておく。

【0117】次に、リクエストキュー 7 に未処理のリクエストが存在することを確認の後（R2）、このポインタの示すリクエストの送信要求パケット長と、フロー I D に対応する第 1 のカウンタ 13 a のカウンタ値とを比較し（R3）、送信要求パケット長がカウンタ値より短い場合、該当リクエスト信号に対する送信期間（帯域）の割当てを実施して、MAP の送信を設定する。その後、第 1、第 2 のカウンタ 13 a、11 a の各カウンタ値を許可したパケット長分だけ減少更新する（R4）。その後、このリクエストをリクエストキュー 7 から削除し（R5）、ポインタを次のリクエストに移す（R7）。そして、R2 へ戻る。

【0118】一方、送信要求パケット長が第1のカウンタ113aのカウンタ値より長い場合、パケット送信の許可は与えられず、ポインタを次のリクエストに移す(R7)。

【0119】また、途中で、ポインタがリクエストキュー7を一巡した場合には(R6)、R8以降の処理に移る。まず、第2のカウンタ11aのカウンタ値が信要求パケット長6以上であるリクエストが存在し、かつ、このスケジューリング処理の周期で既に割当てた総パケット長が予め設定された許容値(MAP LIMIT)を 10 越えていないことを確認する(R8)。

【0120】次に、ポインタの指しているリクエストキュー7内のリクエストの送信元フローIDに対応するサブカウンタ16のサブカウンタ値を1だけ総額更新する(R9)。そして、このポインタの示すリクエストの送信要求パケット長とサブカウンタ値とを比較し、送信要求パケット長さがサブカウンタ値より短く、かつ送信要求パケット長が第2カウンタのカウンタ値より短い場合は(R10)、パケット送信に対する送信期間(帯域)の割付けを行い、MAPの送信を設定する。

【0121】その後、第1のカウンタ13aのカウンタ値を0に設定し、第2のカウンタ11aのカウンタ値を送信要求パケット長だけ減少更新する(R11)。その後、このリクエストをリクエストキュー7から削除する(R12)。

【0122】さらに、ポインタをリクエストキュー7の次のリクエストに移す(R14)。もし、ポインタがリクエストキュー7の末尾のリクエストを指している場合には(R13)、ポインタを先頭のリクエストに移す(R15)。そして、R8へ戻る。

【0123】一方、送信要求パケット長がサブカウンタ値又は第2のカウンタ11aのカウンタ値より長い場合(R10)、パケット送信の許可は与えられず、ポインタをリクエストキュー7の次のリクエストに移す(R14)。そして、R8へ戻る。

【0124】以上の手続きを既に割当てた総パケット長が予め設定された許容値(MAP LIMIT)を越えるまで、又は第2のカウンタ11aのカウンタ値が信要求パケット長6以上であるリクエストがなくなるまで繰返す。

【0125】以上の手続きによって送信許可が与えられるパケットに対する送信期間(帯域)を割当て、MAPに組込んで全部の通信制御装置4に対して放送形式で通知する。

【0126】このように構成された第4実施形態の双方向通信システムにおいては、最低送信レートを保証するための第1のカウンタ13aを用いた送信周期(帯域)の割当てがリクエストキュー7を一巡した後において、最大送信レートを制限するための第2のカウンタ11a及び最低送信レートを確保するためのサブカウンタ1 50

6を用いた送信周期(帯域)の割当てが開始される。

【0127】したがって、各フローに対して最低送信レートが確実に保証されると共に、フロー毎の実効送信レートが最大送信レートを超えないように制御することが可能となる。

【0128】(第5実施形態)次に、本発明の第5実施形態の双方向通信システムを説明する。図14は、この第5実施形態の双方向通信システムにおける中央制御装置2内に組込まれたスケジューリング処理部におけるカウンタテーブル9d及びリクエストキュー7aの構成を示す図である。その他の構成は図5のブロック図と同じである。

【0129】この第4実施形態の双方向通信システムにおいては、各送信制御装置4からリクエスト信号を受信した時刻から該当リクエスト信号に対する通信期間(帯域)の割付けを実行するまでの経過時間が最大遅延時間を越えないように制御する。

【0130】そのために、カウンタテーブル9d内には、図14(a)に示すように、各フローID毎に、リクエスト信号の受信時刻からの経過時間を計時するカウンタ17と最大遅延時間18が設定されされている。なお、カウンタ値及び最大遅延時間18は時間の単位で設定されている。また、リクエストキュー7a内には、図14(b)に示すように、到着したリクエスト信号の送信元の通信制御装置4を示すフローID、送信要求パケット長、及びそのリクエスト信号の受信時刻が、リクエストの先着順に蓄えられている。

【0131】そして、スケジューリング部8は、図15に示す流れ図に従ってリクエストキュー7aに記憶されたリクエストに対するパケット送信のスケジューリング処理を一定周期で繰返し実行する。

【0132】まず、ポインタをリクエストキュー7aの先頭のフローIDに設定する。そして、リクエストキュー7aに未処理のリクエストが存在することを確認の後(T1)、前回のMAPで通知した時間の終了時刻 $t_e$ を求める。次に、ポインタが指定するフローIDに対応するカウンタ17のカウンタ値を[終了時刻 $t_e$  + (許容値(MAP LIMIT) / 8 / 上りの伝送速度) - 受信時刻]分だけ増額する(T2)。なお、この受信時刻はリクエストキー7aにおける該当フローIDの受信時刻である。

【0133】次に、ポインタの示すリクエストキー7aのフローIDに対応するカウンタテーブル9dのカウンタ17のカウンタ値が該当フローIDの最大遅延時間18以上の場合は(T3)、該当リクエスト信号に対する送信期間(帯域)の割当てを実施して、MAPの送信を設定する。その後、カウンタ値を0にクリアする(T4)。そして、このリクエストをリクエストキュー7aから削除し(T5)、ポインタを次のリクエストに移す(T7)。そして、T1へ戻る。

21

【0134】一方、カウンタ値が最大遅延時間18より短い場合、パケット送信の許可は与えられず、ポインタを次のリクエストに移す(T7)。以上の処理を繰返し行い、途中でリクエストキュー7aに未処理のリクエストがなくなった場合には(T1)、このスケジューリング処理を終了する。

【0135】また、途中で、ポインタがリクエストキュー7aを1巡した場合には(T6)、ポインタをリクエストキュー7aの先頭のリクエストに設定した後にT8以降の処理に移る。

【0136】まず、T8にて、このスケジューリング処理の周期で既に割当てた総パケット長が予め設定された許容値(MAP LIMIT)を越えていないことを確認する。次に、ポインタの指しているリクエストキュー7a内のリクエストのフローIDに対応するカウンタ17のカウンタ値に1ミンスロット時間を加算する(T9)。

【0137】そして、このポインタの示すフローIDのカウンタ17のカウンタ値が該当フローIDの最大遅延時間18を越えていた場合は(T10)、パケット送信に対する送信期間(帯域)の割付けを行い、MAPの送信を設定する。その後、カウンタ値を0にリセットし(T11)。このリクエストをリクエストキュー7aから削除する(T12)。

【0138】さらに、ポインタをリクエストキュー7aの次のリクエストに移す(T14)。もし、ポインタがリクエストキュー7aの末尾のリクエストを指している場合には(T13)、ポインタを先頭のリクエストに移す。そして、T8へ戻る。

【0139】一方、カウンタ値が最大遅延時間18に達していない場合(T10)、パケット送信の許可は与えられず、ポインタをリクエストキュー7aの次のリクエストに移す(T14)。そして、T8へ戻る。

【0140】以上の手続きを既に割当てた総パケット長が予め設定された許容値(MAP LIMIT)を越えるまで、又は、リクエストキュー7aのリクエストがなくなるまで繰返す。

【0141】以上の手続きによって送信許可が与えられるパケットに対する送信期間(帯域)を割当て、MAPに組込んで全部の通信制御装置4に対して放送形式で通知する。

【0142】このように構成された第5実施形態の双方向通信システムにおいては、カウンタテーブル9d内に、リクエスト信号の種別を示すフロー毎に、リクエスト信号受信から送信期間割当てまでの最大遅延時間18が設定されている。さらに、カウンタテーブル9d内に、フロー毎に、リクエスト信号を受信してからの経過時間を計時するカウンタ17が設けられている。

【0143】そして、この各カウンタ17の値が該リクエスト信号の最大遅延時間18より大きとき、当該リ

22

クエスト信号に対する送信期間(帯域)の割当てを行う。よって、リクエスト信号を受信してからの経過時間が最大遅延時間を越えると、無条件にリクエスト信号に対する送信期間(帯域)の割当てが実施される。したがって、通信制御装置4としては、中央制御装置2に対してリクエスト信号を受信したから、極端に長い時間が経過した後に送信期間(帯域)の割当てを受信する事態が抑制される。

【0144】なお、上記説明では最大遅延時間を保証する方式を説明したが、上述の流れ図のT2にて、平均時間を計算するようにし、T3、T10で最大遅延時間の代りに平均時間の保証値とカウンタ値とを比較するようにしてもよい。

【0145】なお、この第5実施形態の双方向通信システムの中央制御装置2内には、上述したリクエスト信号の経過時間を制限するスケジューリング処理部の他に、第1実施形態システムで説明したリクエスト信号の送信要求における実行送信レートで制御するスケジューリング処理部も組込まれている。

【0146】(第6実施形態)次に、本発明の第6実施形態の双方向通信システムを説明する。図16は本発明の第6実施形態の双方向通信システムにおける中央制御装置2内に組込まれたスケジューリング処理部を取出して示すブロック図である。

【0147】この第6実施形態システムにおいては、各通信制御装置4から受信した各リクエスト信号はリクエスト信号受信部6を介して上リリクエストキュー7へ一時記憶される。一方、自己の中央制御装置2から各通信制御装置4へデータを送信する送信要求はリクエスト信号受信部6aを介して下リリクエストキュー7bへ一時記憶される。カウンタテーブル9内には、図6に示したように、フローID毎に、カウンタ11と重み値12が設定されている。

【0148】スケジューリング部8aは、上リリクエスト7と下リリクエスト7bに記憶されたリクエスト信号及び送信要求を共通のカウンタテーブル9に記憶されているカウンタ11のカウンタ値及び重み値12を用いて、上リ及び下りの伝送路に対する送信期間(帯域)の割当てを実行する。

【0149】パケット割当て出力部10は、各通信制御装置4に対する上リ伝送路に対する送信期間(帯域)の割当て結果を送信する。また、パケット割当て出力部10bは、各通信制御装置4に対する下リ伝送路に対する送信期間(帯域)の割当て結果を送信する。

【0150】このように構成された第6実施形態の双方向通信システムにおいては、中央制御装置2から各通信制御装置4へデータを送信する下リ方向に対する送信期間(帯域)の割当てと、各通信制御装置4から中央制御装置2へデータを送信する上リ方向に対する送信期間(帯域)の割当てとを同一の条件でスケジューリング処理を実

施しているの、例えば、上りと下りとで合わせた送信レートの保証や遅延時間の保証が可能となる。

【0151】

【発明の効果】以上説明したように本発明の双方向通信システムにおいては、中央制御装置に対して、各通信制御装置から送信されたリクエスト信号に含まれる伝送容量と、当該リクエスト信号を送信した通信制御装置に予め設定された保証容量に関する情報と、今回のスケジューリングで既に割当てた送信期間（帯域）の割当履歴情報とに基づいて、リクエスト信号を送信した通信制御装置に対する送信期間（帯域）の割当を決定する機能を付加している。

【0152】したがって、各通信制御装置からの種々の形態のデータ送信要求に対しても、各通信制御装置に対して伝送路をより有効に使用できるように、各データ送信要求に対して常に最適な送信期間（帯域）の割当てを行なえるようにし、これにより加入者装置が要求する通信品質を十分に保証した上でデータの伝送効率を高めることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態の双方向通信システムの概略構成を示す模式図

【図2】 同双方向通信システムにおける中央制御装置と各通信制御装置との間に形成された上り伝送路における時分割された各ミニスロットを示す図

【図3】 同双方向通信システムにおける中央制御装置と各通信制御装置との間における情報交換プロトコルを示すシーケンス図

【図4】 同双方向通信システムにおける中央制御装置と各通信制御装置4との間で送受信されるリクエスト信号及び送信期間の割当て通知の構成を示すフォーマット図

【図5】 中央制御装置内に組込まれたスケジューリング処理部を取出して示すブロック図

【図6】 同スケジューリング処理部のカウンタテーブルの記憶内容を示す図

【図7】 同スケジューリング処理部におけるスケジューリング動作を示す流れ図

【図8】 本発明の第2実施形態の双方向通信システムの中央制御装置内に組込まれたスケジューリング処理部のカウンタテーブルの記憶内容を示す図

【図9】 同スケジューリング処理部におけるスケジュー

リング動作を示す流れ図

【図10】 本発明の第3実施形態の双方向通信システムの中央制御装置内に組込まれたスケジューリング処理部のカウンタテーブルの記憶内容を示す図

【図11】 同スケジューリング処理部におけるスケジューリング動作を示す流れ図

【図12】 本発明の第4実施形態の双方向通信システムの中央制御装置内に組込まれたスケジューリング処理部のカウンタテーブルの記憶内容を示す図

10 【図13】 同スケジューリング処理部におけるスケジューリング動作を示す流れ図

【図14】 本発明の第5実施形態の双方向通信システムの中央制御装置内に組込まれたスケジューリング処理部のカウンタテーブル及びリクエストキューの記憶内容を示す図

【図15】 同スケジューリング処理部におけるスケジューリング動作を示す流れ図

【図16】 本発明の第6実施形態の双方向通信システムの中央制御装置内に組込まれたスケジューリング処理部の概略構成を示すブロック図

20 【図17】 一般的なスケジューリング処理を説明するための図

【図18】 従来の双方向通信システムにおける中央制御装置と各通信制御装置と間における情報交換プロトコルを示すシーケンス図

【符号の説明】

1…ヘッドエンド

2…中央制御装置

3…ファイバノード

4…通信制御装置（CM）

5…情報端末機器

6, 6a…リクエスト信号入力部

7, 7a, 7b…リクエストキュー

8, 8a…スケジューリング部

9, 9a, 9b, 9c, 9d…カウンタテーブル

10, 10a…バケット割当出力部

11, 17…カウンタ

12…重み値

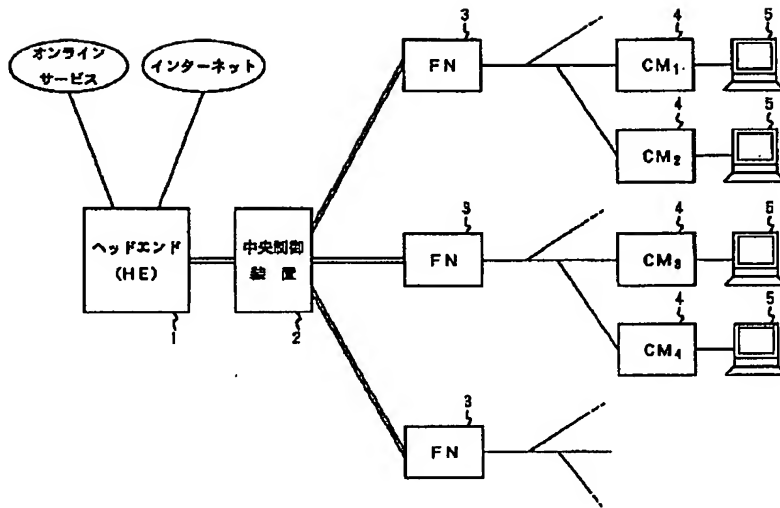
13, 16…サブカウンタ

14…最低送信レート

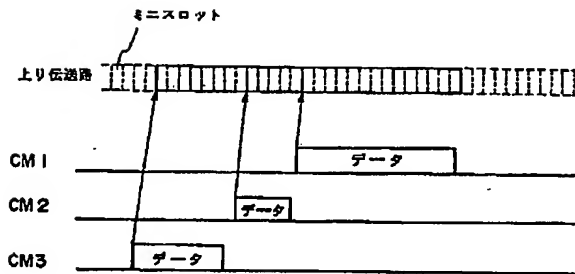
15…最大送信レート

18…最大遅延時間

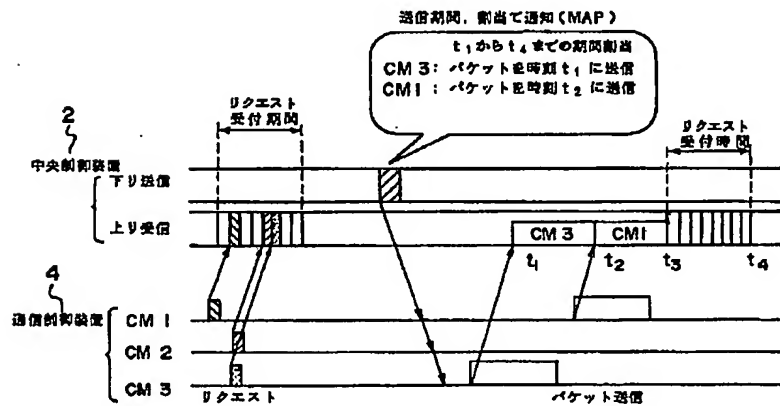
【図 1】



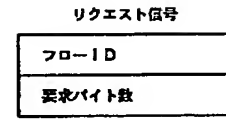
【図 2】



【図 3】

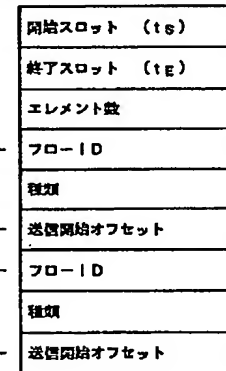


【図 4】



(a)

送信期間 (帯域) 割当て通知 (MAP)



(b)

【図 6】

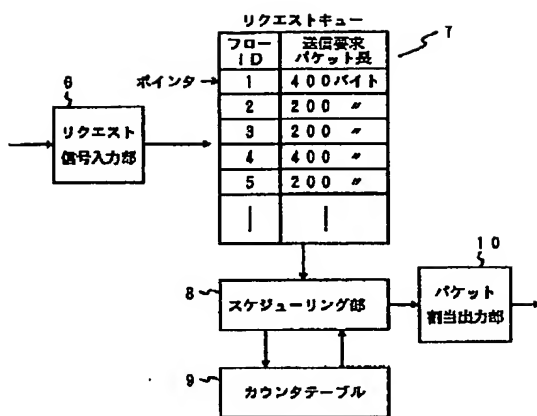
カウンタテーブル

フローID	カウンタ	読み値
1	100バイト	10バイト
2	300	5
3	200	20
4	200	25
5	200	40
...	...	...
N	...	...

11



【図 5】

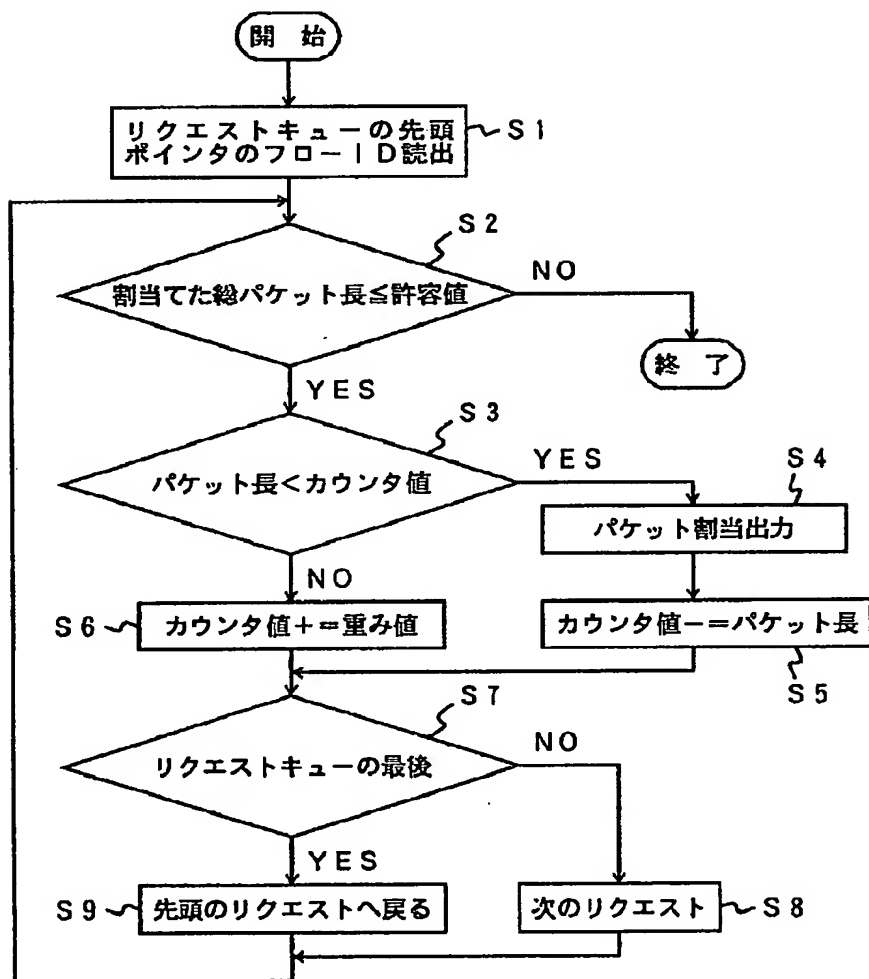


【図 10】

カウンタテーブル

フローID	カウンタ	最大レート
1	100バイト	100 kbps
2	300 "	200 kbps
3	200 "	200 kbps
4	200 "	200 kbps
5	200 "	200 kbps
...	...	...
N	...	...

【図 7】



【図8】

カウンタテーブル 9a

フローID	カウンタ	サブカウンタ	最低レート
1	100バイト	100バイト	32 kbps
2	300 "	200 "	16 kbps
3	200 "	200 "	128 kbps
4	200 "	200 "	256 kbps
5	200 "	200 "	16 kbps
...	...	...	...
N	...	...	...

11      13      14

【図14】

カウンタテーブル 8d

フローID	カウンタ	最大遅延時間
1	100 $\mu$ sec	1000 $\mu$ sec
2	3000 "	2000 "
3	200 "	2000 "
4	200 "	4000 "
5	200 "	200 "
...	...	...
N	...	...

17      18

(a)

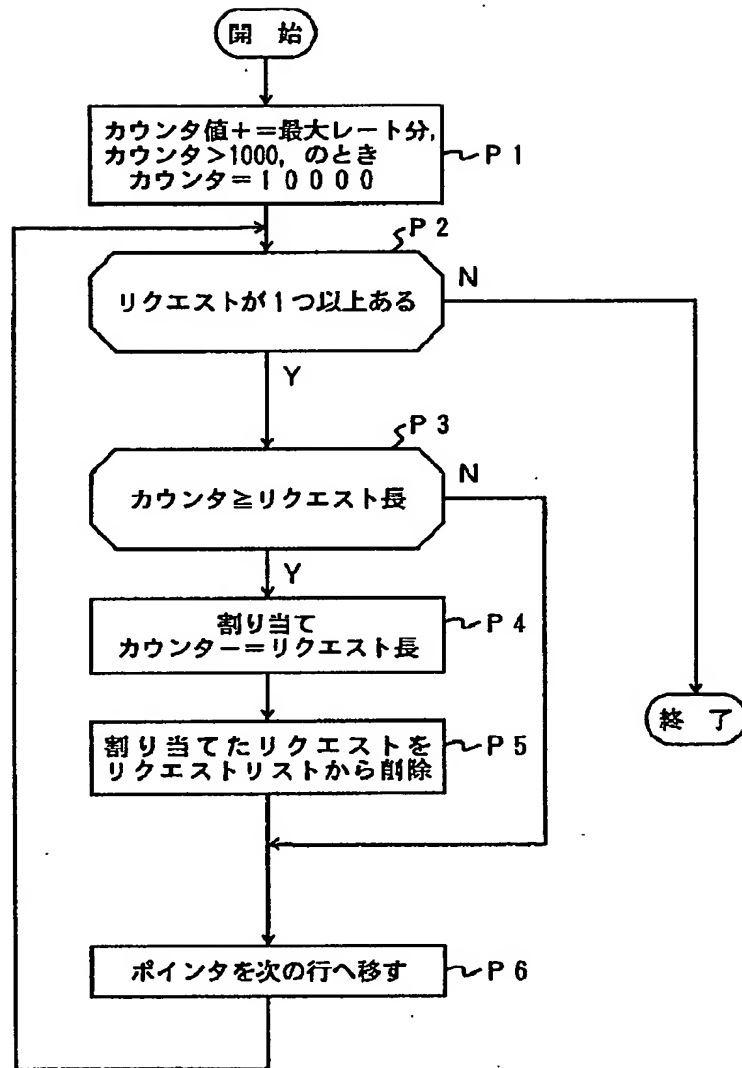
リクエストキュー 1a

ポインタ →

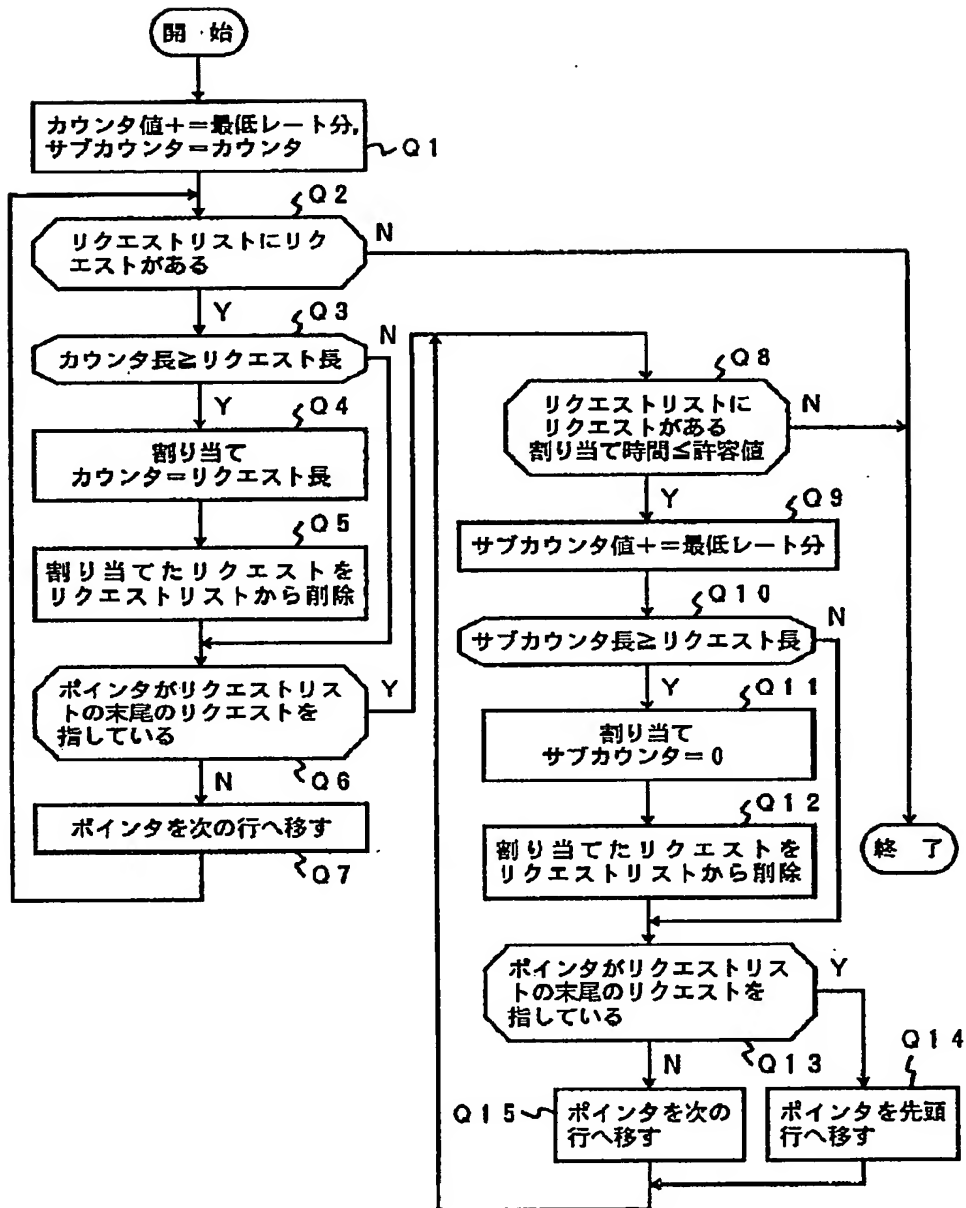
フローID	送信要求パケット長	受信時刻
1	400バイト	11
2	200 "	12
3	200 "	13
4	400 "	14
5	200 "	15

(b)

【図11】



〔図 9〕



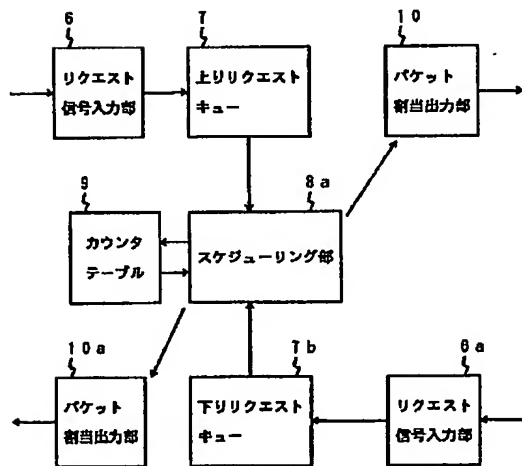
【図 12】

カウンタテーブル

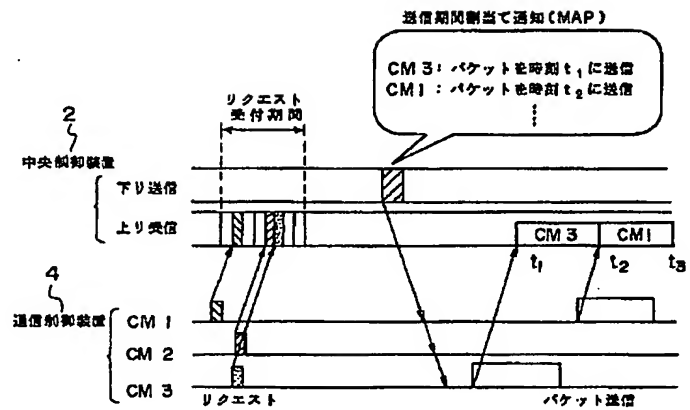
フローID	カウンタ1	カウンタ2	サブカウンタ	最低レート	最大レート
1	100バイト	150バイト	110バイト	32 kbps	64 kbps
2	300 "	400 "	330 "	16 kbps	64 kbps
3	200 "	800 "	500 "	128 kbps	256 kbps
4	200 "	600 "	300 "	256 kbps	512 kbps
5	200 "	250 "	200 "	16 kbps	64 kbps
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
N	...	...	...	...	...

13a      11a      16      14      15

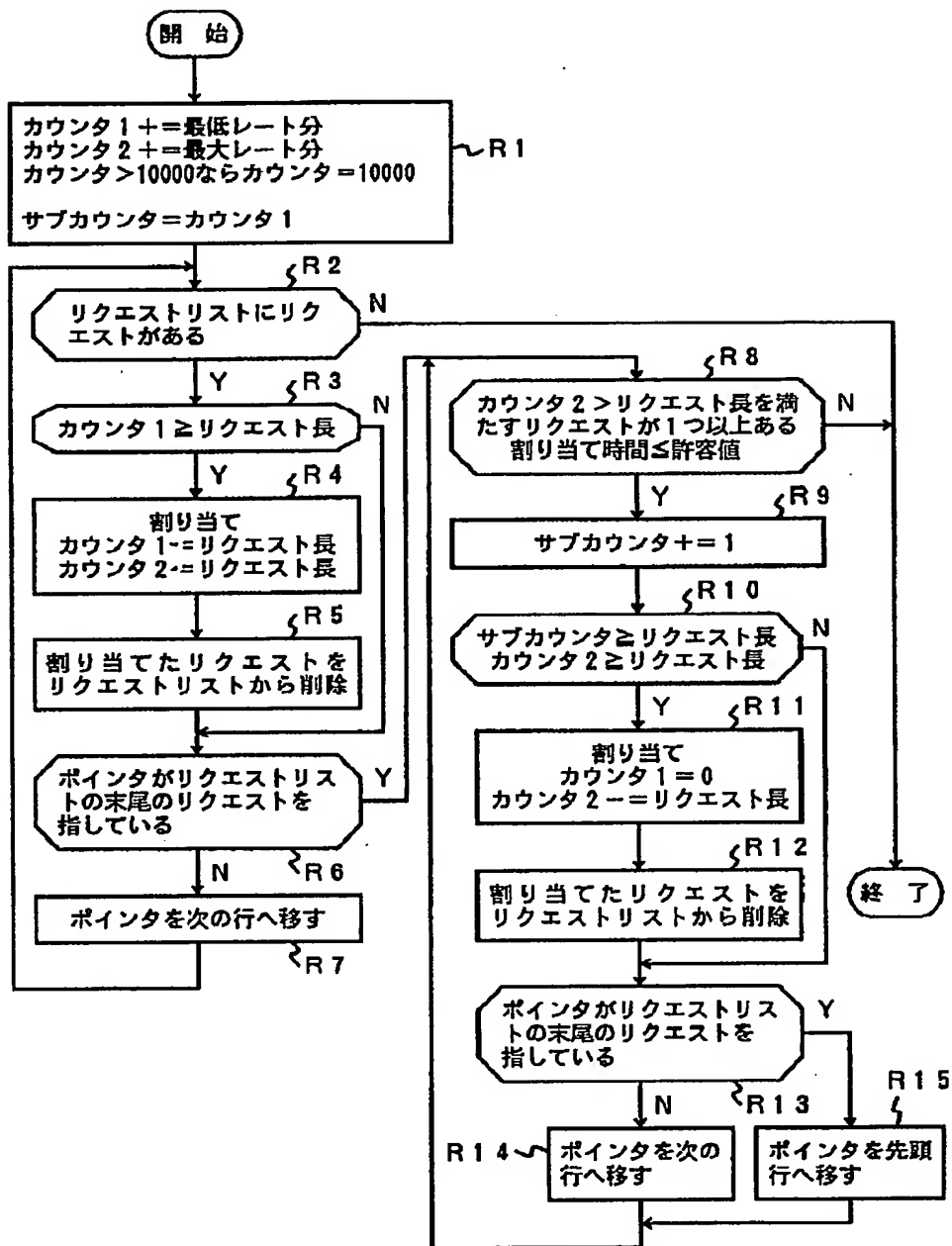
【図 16】



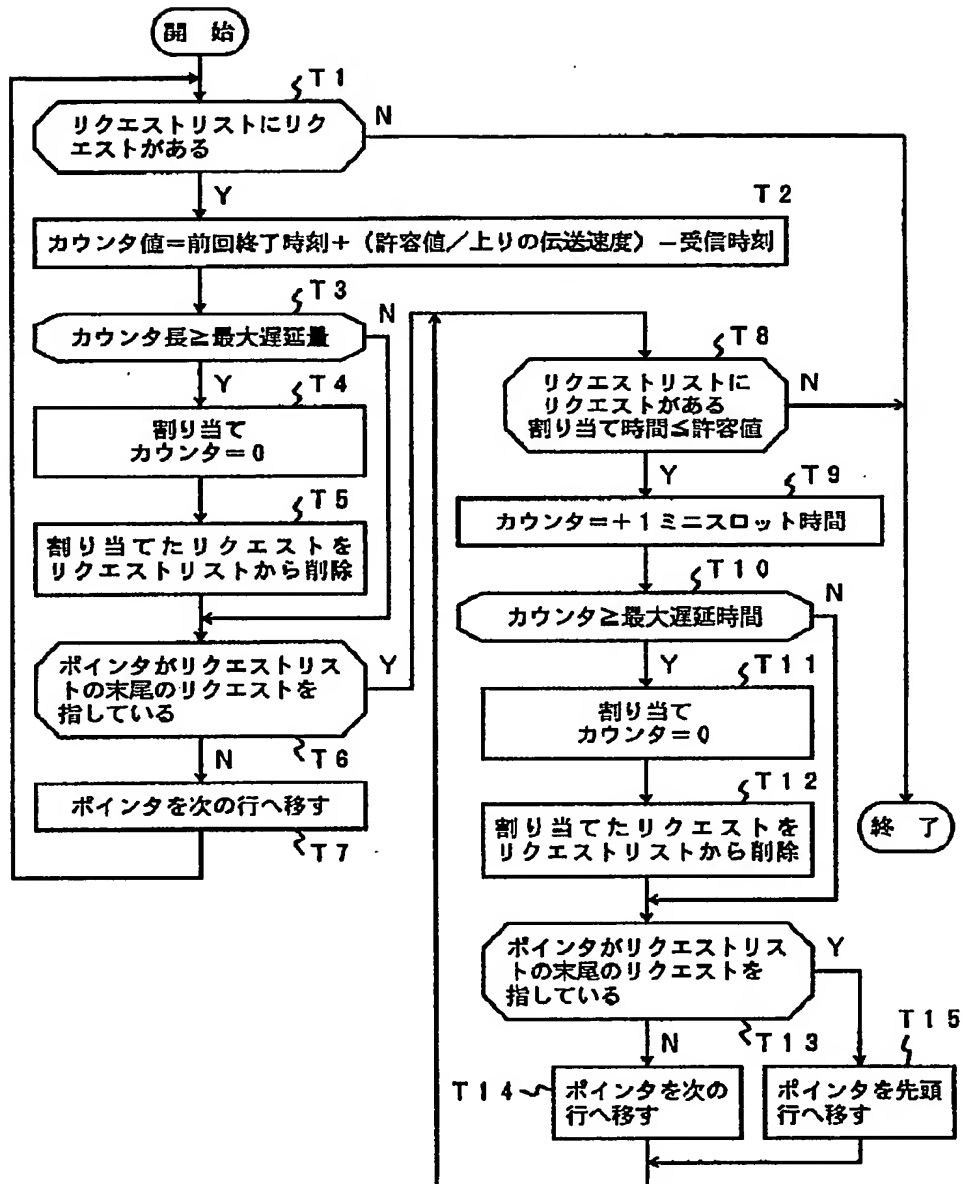
【図 18】



【図13】



【図 15】



【図 1 7】

